

QUELLE PLACE POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA CARTOGRAPHIE À L'HEURE DE LA GÉOMATIQUE ?

L'exemple des formations en géographie et en aménagement de l'université Rennes 2

par Boris Mericskay

UMR Espaces et sociétés - Rennes

Boris.mericskay@univ-rennes2.fr

La formation aux outils SIG prend aujourd'hui toujours plus d'importance au sein des formations universitaires en géographie, en aménagement comme en urbanisme. D'un côté l'offre de formation spécialisée et estampillée géomatique est toujours plus fournie et diversifiée, de l'autre, la sensibilisation aux SIG s'est généralisée au sein des formations initiales des départements de géographie et d'aménagement. Dans la pratique, il est ainsi actuellement question à la fois d'enseigner les principes de représentation de l'espace et des données géographiques, mais surtout de former les étudiants à des méthodes et des logiciels de manipulation et de représentation de données spatiales. Cet article propose de faire un point sur cette nouvelle donne pédagogique en présentant à la fois les modalités des différents enseignements autour de la cartographie et des SIG dispensés dans les formations du département de géographie et d'aménagement de l'université Rennes 2 et les enjeux de la formation aux SIG au regard des évolutions récentes de la géomatique (formation des non-spécialistes, géoweb, développement des logiciels libres SIG, généralisation des données ouvertes, enseignement à distance).

À la question de l'étudiant « quelle est la différence entre un cartographe et un géomaticien ? » la réponse de l'enseignant n'est jamais évidente, ni vraiment claire tant ces deux disciplines s'entremêlent tant au niveau des méthodes, des outils que des formations (Joliveau, 2004 ; Desbois, 2015). Une chose est pourtant sûre, en qualité d'enseignants, nous formons aujourd'hui à la gestion et à l'analyse de données spatiales et non plus uniquement à leur représentation sous forme de cartes. Le développement de la géomatique comme champ opérationnel et thématique de recherche a profondément transformé les modalités d'enseignement de la cartographie. En réponse à la demande grandissante du monde opérationnel en matière de compétences en SIG, les formations en géographie, en aménagement comme en urbanisme ont depuis quelques années largement introduit la géomatique dans leurs programmes sous des formes diversifiées. D'un côté, l'offre de formation spécialisée et estampillée géomatique proposée sous la forme de BTS, de masters ou encore de licences professionnelles est toujours plus étoffée. Et au-delà de formations spécifiques, la formation aux outils géomatiques (SIG et télédétection) s'est également banalisée au sein des formations initiales proposées au sein des départements de géographie et d'aménagement.

La généralisation des cours de SIG destinés à la fois aux spécialistes et aux non spécialistes pose toute une série de questions pour la formation des professionnels du territoire en matière de représentation mais aussi d'utilisation des données spatiales. Avec la conversion de la cartographie au numérique et plus récemment au Web, les cours dédiés à la cartographie tendent à s'estomper au profit de cours techniques autour de logiciels SIG ou de services Web géographiques. Et dans la pratique, il est davantage question de former les étudiants à des environnements informatiques pour la manipulation et l'analyse de données spatiales que de les sensibiliser à des approches ou des méthodes de représentation cartographique de données.

Cet article a comme objectif de revenir sur les modalités et les enjeux de l'enseignement des SIG aux étudiants en géographie, en aménagement et en urbanisme. En s'appuyant sur l'exemple des formations du département de géographie et d'aménagement de l'espace de l'université Rennes 2, l'idée est à la fois de proposer un tour d'horizon des différents types d'enseignements autour des SIG qui y sont dispensés et de les mettre en perspective avec les grandes évolutions que connaît la géomatique depuis quelques années. Afin de bien présenter quelles places occupent la cartographie et les SIG dans les formations initiales

du département, nous expliciterons préalablement les différents blocs d'enseignements fondamentaux en lien avec les SIG proposés à tous les étudiants de licences et masters. Nous reviendrons ensuite sur les enseignements spécifiques autour de la géomatique proposés au sein du master professionnel SIGAT (systèmes d'information géographique et aménagement du territoire). Pour ouvrir le débat sur l'enseignement de la géomatique à l'université, nous présenterons dans une dernière partie une série d'enjeux contemporains relatifs à la formation des géographes, des urbanistes et des géomaticiens de demain (formation initiale, montée en puissance de l'informatique et du Web, logiciels libres, données ouvertes et enseignement à distance).

Enseigner la cartographie et les SIG aux géographes et aux urbanistes

Les cours généraux de SIG et de cartographie

Composé de plus de 800 étudiants, le département de géographie et d'aménagement de l'université Rennes 2 propose un ensemble diversifié de cursus thématiques et techniques autour du territoire (urbanisme, aménagement, environnement, géomatique, géographie sociale). Côté licence, l'offre de formation se structure autour de trois spécialités : géographie, aménagement et environnement avec un effectif d'environ 400 étudiants. Côté masters, l'offre de formation est plus étoffée en proposant huit parcours répartis dans deux mentions (géographie et aménagement ; urbanisme et aménagement) avec un effectif tournant autour de 400 étudiants chaque année. L'équipe pédagogique composée d'une trentaine d'enseignants-chercheurs, de PRAG et de contractuels s'appuie sur deux laboratoires de recherche, le site rennais de l'unité mixte de recherche Espaces et sociétés (ESO) marqué géographie humaine et sociale et le laboratoire Climat et occupation du sol par télédétection (COSTEL), composante Rennaise de l'UMR Littoral, Environnement, Télédétection et Géomatique (LETG).

L'offre de formation autour de la géomatique au sein du département de géographie et d'aménagement est assez conséquente (plus de 1500 h) et diversifiée en matière de contenus et de publics (fig. 1). En plus des cours fondamentaux dispensés en licence, le département propose également deux masters spécialisés en géomatique (SIGAT et IMAGE). Dans la pratique deux équipes pédagogiques s'occupent de la coordination de ces cours, l'une impliquée dans le master SIGAT qui s'occupe des cours de SIG au niveau master et licence 3, une autre impliquée dans le master IMAGE, s'occupant des cours de télédétection en licence et en master. Les

cours de cartographie et de SIG en licence 1 et licence 2 sont assurés par un PRAG, des enseignants-chercheurs et différents contractuels (moniteurs, ATER) mais pas de manière coordonnée.

Enseigner la carte et les SIG en licence de géographie

On retrouve dès la première année de licence un ensemble d'enseignements très généraux autour de la cartographie, la sémiologie graphique, le DAO et la CAO. Ces cours ont pour objectif de fournir à tous les étudiants un socle méthodologique en matière de cartographie (papier et numérique).

- Introduction à la sémiologie graphique (sans supports numériques) – 12 h
- Lecture de cartes (sans supports numériques) - 12 h
- Introduction à la cartographie thématique assistée par ordinateur avec le logiciel Philcarto 12 h
- Dessin assisté par ordinateur avec les logiciels Adobe Illustrator et Inkscape 12 h

Au cours de la deuxième année de la licence, les étudiants découvrent les environnements SIG par l'entrée de la cartographie thématique. Structurée sur les deux semestres, une série de cours magistraux (3h) et de séances de TD (2 x 13h) revient sur la gestion de données spatiales et la cartographie sur environnement SIG (MapInfo et QGIS). Ces cours sont essentiellement orientés autour des méthodes de représentation spatiale de données statistiques (sémiologie graphique, discrétisation, introduction au langage SQL), les fonctionnalités de base d'analyse spatiale des logiciels SIG ne sont pas abordées. L'objectif de ces cours est de sensibiliser les étudiants aux environnements de gestion et de visualisation de données géographiques et surtout d'asseoir leurs compétences en termes de représentation cartographique (fig. 3).

C'est au cours de la troisième année de licence que les SIG sont enseignés aux étudiants comme des outils de gestion et d'analyse spatiale de données. Les contenus des séances de TD articulés sur les deux semestres (2 x 13h) reviennent sur un ensemble de principes et de manipulations basiques de données spatiales vectorielles et statistiques avec le logiciel QGIS :

- Visualisation de données géographiques : gestion des couches, familiarisation avec les tables attributaires, reprojection cartographique, intégration de services Web géographiques ;
- Manipulation de données géographiques et statistiques : importation, conversion, interrogation spatiale et attributaire, jointures

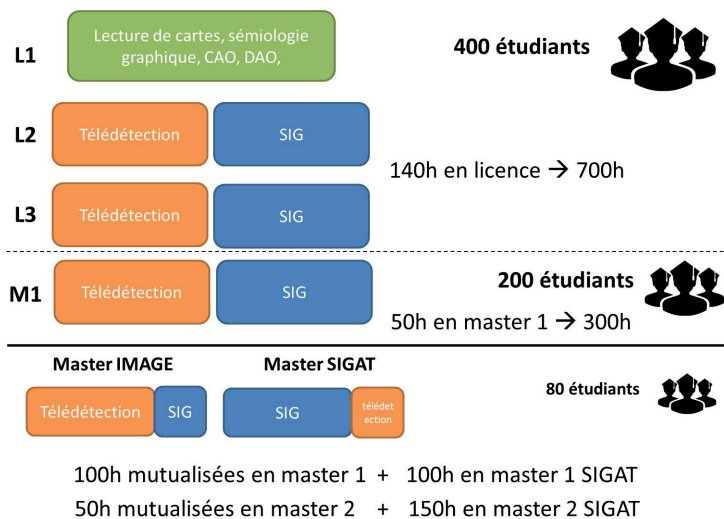


Figure 1 : Structuration des cours de géomatique dispensés par le département de géographie

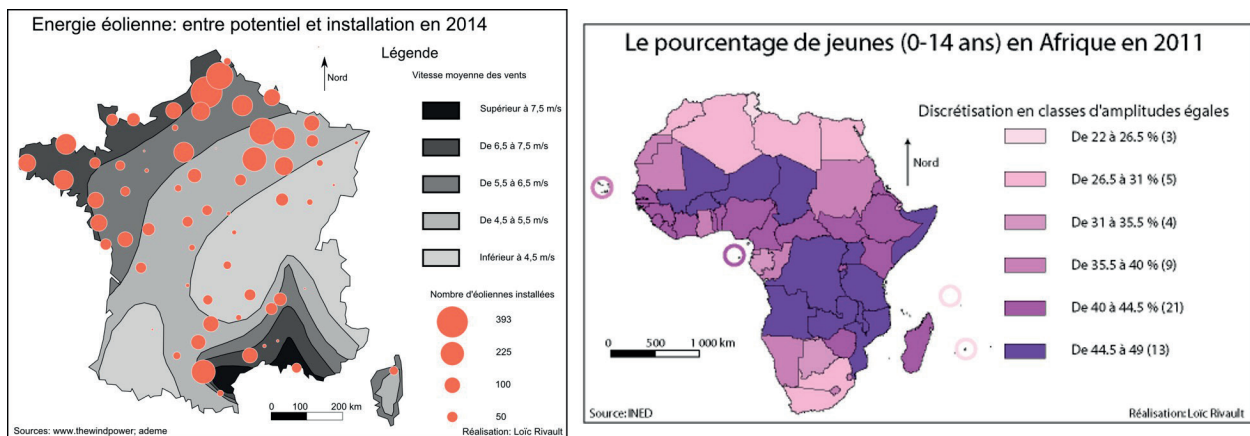


Figure 2 : Exemples de travaux en TD en licence 1

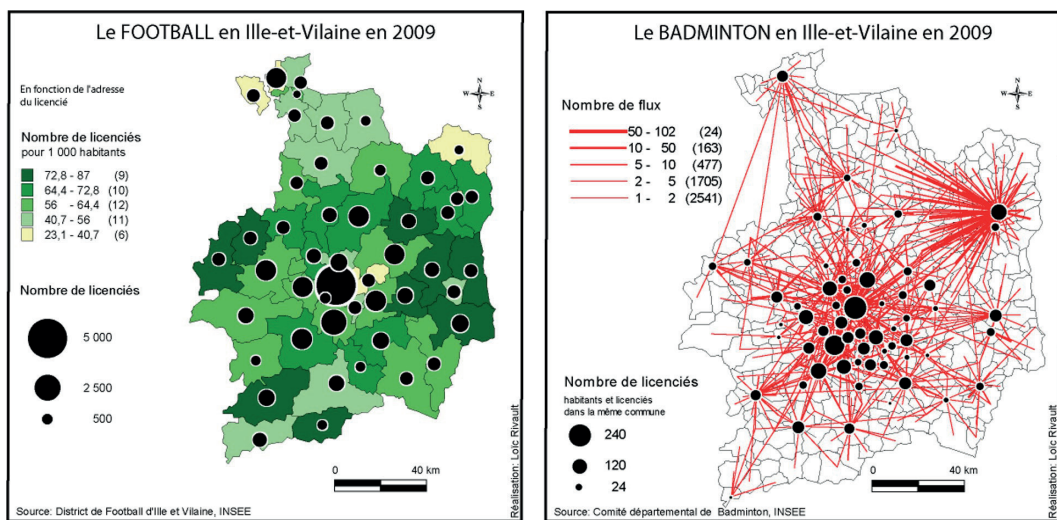


Figure 3 : Exemples de travaux en TD en licence 2

spatiales et attributaire, création de variables dérivées ;

- Analyses statistiques des données (statistiques basiques, fréquences) ;
- Cartographie thématique : représentation de données quantitatives et qualitatives ;
- Analyse spatiale : géotraitements avec opérateurs topologiques (intersection, découpage, etc.) et topographiques (calcul d'aires, de distance, etc.).

En complément aux séances cadrées, six heures de travaux dirigés sont consacrées à la mise en place de petits projets géomatiques. L'idée est assez simple : les étudiants, en binôme, choisissent une thématique au sein d'une liste définie par les enseignants (éolien, transport en commun, gestion du risque, urbanisme, etc.) qui fournissent également certaines données géographiques et des pistes pour aller chercher d'autres données sur des portails de données ouvertes ou des infrastructures de données géographiques. Libre aux étudiants par la suite de traiter cette thématique en définissant une problématique et en y répondant par le biais de traitements géomatiques et de cartes. Cette formule, basée sur le travail en autonomie mais avec un soutien méthodologique et technique des enseignants, fonctionne bien auprès des étudiants. À la différence des séances cadrées où les étudiants sont guidés (mais aussi contraints) par des protocoles, le mode « projets » permet une plus grande liberté d'action et d'exploration des fonctionnalités des outils, favorisant par là même l'appropriation du logiciel, la montée en compétence et l'intérêt pour les SIG des étudiants (fig. 4).

Les enseignements en master

L'ensemble des masters du département de géographie proposent un volume conséquent d'heures mutualisées (120 h), dédiées aux outils méthodologiques (bases de données, techniques d'enquête, statistiques, télédétection et SIG). Le cours « projet SIG », lequel est suivi par tous les étudiants de master 1 du département (soit en général 180 étudiants), a comme objectif de proposer une approche globale des SIG en prenant appui sur des exemples concrets. Il revient sur la cartographie, la gestion et l'analyse de données spatiales en alternant cours magistraux (6 h) et séances pratiques autour du logiciel SIG libre QGIS (18 h).

Les deux premières séances de TD sont l'occasion pour les étudiants de prendre en main le logiciel QGIS et de réaliser des exercices cadrés afin de découvrir ou de redécouvrir les fonctionnalités proposées par un logiciel SIG (intégration de services Web géographiques, cartographie thématique, reprojection, jointure attributaire, zones tampons, découpages, sélections attributaires et géographiques). Lors des séances

suivantes, les étudiants travaillent par petits groupes sur une problématique de leur choix qu'ils ont définie en début de semestre. Ils recherchent alors les données géographiques et statistiques indispensables pour établir leur diagnostic, mobilisent les fonctionnalités du SIG pour formater les données, les analyser et les restituer sous forme de cartes, graphiques, tableaux (fig. 5).

Au niveau pédagogique, la mise en place de ces projets collectifs mélangeant les étudiants de toutes les spécialités permet une meilleure appropriation des outils et des méthodes géomatiques. L'approche pédagogique orientée autour de l'idée de projet (sur plus de séances dans le cadre du master 1) est très appréciée par les étudiants qui peuvent de manière concrète mettre en application leurs compétences en SIG et les arrimer à leurs connaissances thématiques abordées dans d'autres cours (aménagement, mobilité, environnement, etc.). Il est important de noter qu'au fil des années, les étudiants proposent des projets toujours plus intéressants et surtout mobilisent des fonctionnalités plus techniques. Le fait que les étudiants puissent disposer du logiciel QGIS sur leurs propres ordinateurs participe activement à une montée en compétence générale.

Les enseignements spécifiques

Il existe au sein du département de géographie et d'aménagement deux masters spécialisés en géomatique : le master « systèmes d'informations géographiques et analyse des territoires » (SIGAT) à vocation professionnelle et le master « IMAGE » orienté recherche et davantage axé sur le traitement d'images appliqué à des problématiques environnementales. Nous détaillons ici la spécialité SIGAT plutôt orientée cartographie et SIG qui initialement existait sous la forme d'un DESS, baptisé « Cartographie, SIG et développement territorial ».

Depuis quinze ans, cette formation vise à former des professionnels maîtrisant des outils et méthodes géomatiques appliqués à l'analyse des territoires (aménagement, environnement, géomarketing, mobilité, etc.). La formation, non marquée thématiquement, s'articule à la fois autour de la connaissance et la maîtrise d'outils techniques et des enjeux liés à la mise en œuvre et au déploiement de SIG dans des domaines variés en lien avec le territoire. Le contenu de la formation SIGAT porte sur la chaîne de traitements de l'information géographique (acquisition, gestion, analyse, représentation et diffusion) et la gestion de projets géomatiques (définition des besoins, lancement, suivi, évaluation). La formation échelonnée sur deux ans est assurée par une équipe pluridisciplinaire d'enseignants-chercheurs, de chercheurs, de doctorants et de professionnels extérieurs du secteur public

et privé. Elle s'appuie sur des cours théoriques, techniques, pratiques et méthodologiques, des ateliers professionnels, des conférences d'intervenants et la réalisation de deux stages en milieu professionnel.

La première année du master SIGAT

La première année du master, assez généraliste, propose un ensemble de cours techniques et thématiques autour de la géographie, l'aménagement et la géomatique (effectif d'une trentaine d'étudiants). Les cours dédiés à la géomatique ne sont pas majoritaires et proposent une montée en compétences progressive sur les deux semestres. L'idée de cette approche pluridisciplinaire au niveau thématique (géographie, aménagement et environnement) avec un fort ancrage aux méthodes et outils SIG est de fournir aux étudiants un socle scientifique solide pour la mise en pratique d'approches géomatiques.

Les cours spécifiques aux SIG reviennent notamment sur :

- Les principes et les fondements théoriques des SIG (systèmes de projection, sémiologie graphique, logique et principe de modélisation de l'espace, topologie, gestion de projet) ;
- Les technologies du positionnement et les principes sous-jacents (GPS, cartographie indoor) ;
- Le fonctionnement et l'interrogation de bases de données spatiales (SQL, Spatialite) ;
- Les fondements de l'analyse de données spatiales appliquée aux SIG (approches matricielles et vectorielles, modélisation et visualisation spatio-temporelle) ;
- Les concepts et outils de géostatistiques.

Le deuxième semestre est aussi l'occasion pour les étudiants de participer à des ateliers professionnels en réponse à des commanditaires pour la mise en situation de projets géomatiques. La promotion 2015-2016 a notamment travaillé avec l'agence d'urbanisme de Rennes (AUDIAR) autour de la mise en place d'applications de cartographie en ligne (parcours commentés de cyclistes) et Rennes métropole autour de la cartographie des pratiques urbaines la nuit et le dimanche. En complément aux cours, il est également proposé aux étudiants d'effectuer un stage de quelques mois, qui constitue souvent une découverte du milieu professionnel en géomatique. L'étudiant peut se voir confier soit des tâches opérationnelles, soit des projets exploratoires. Ce stage, qui n'est pas obligatoire (ni encadré), est l'occasion pour l'étudiant de s'immerger dans un environnement de travail intégrant des outils et méthodes géomatiques dans le cadre d'activités.

La deuxième année du master SIGAT

La seconde année du master SIGAT se veut plus technique et opérationnelle, les enseignements sont essentiellement orientés autour de la manipulation d'outils géonumériques (SIG, SGBD, géoweb), la gestion de projets (ateliers professionnels) et la professionnalisation (stage de fin d'études). La promotion, composée de quinze étudiants (sélectionnés parmi une soixantaine de dossiers), dispose d'une salle dédiée avec des postes informatiques personnels. Ce point qui peut paraître anecdotique constitue pourtant un réel atout dans ce type de formation où les étudiants sont amenés à travailler de manière quotidienne sur ordinateurs à la fois de manière cadrée (dans le cadre de cours) mais aussi en autonomie (ateliers, projets). D'un enseignement plus traditionnel en début de cycle avec un transfert de connaissances de l'enseignant vers les étudiants, les modes d'apprentissages en master 2 s'orientent davantage sur l'autonomie et la professionnalisation (ateliers, travaux individuels et collectifs, restitutions orales, mise en place de cours, soutien méthodologique aux doctorants et aux chercheurs, etc.).

Le contenu des cours techniques revient sur un ensemble d'outils et de solutions techniques autour de la manipulation, la représentation et la diffusion de données spatiales et statistiques.

- Cours de statistiques et géostatistiques (environnement R)
- Formation aux principales solutions logicielles SIG et leurs extensions (MapInfo, QGIS, ArcGIS)
- Automatisation de chaîne de traitement (modeleur graphique et ModelBuilder)
- Introduction aux ETL spatiaux avec FME
- Gestion de bases de données (SQL, Spatialite, PostGre/PostGIS)
- Programmation appliquée aux SIG (python)
- Développement Web (html, CSS, javascript)
- Cartographie en ligne (Geoserveur, CartoDB, Mapbox, OpenLayer, Leaflet)

Au-delà de la dimension technique (le savoir-faire), il s'agit aussi pendant la formation de remettre au premier plan la dimension réflexive et conceptuelle de ces outils et méthodes (modalités de modélisation, de représentation et de diffusion de l'information géographique). La question des technologies géonumériques dans les pratiques opérationnelles tant du point de vue technique que social (notamment les usages) représente un enjeu important en matière de formation des futurs praticiens. Il paraît important que les étudiants développent au cours de leur formation une dimension critique sur les outils implémentés et les données utilisées. En qualité

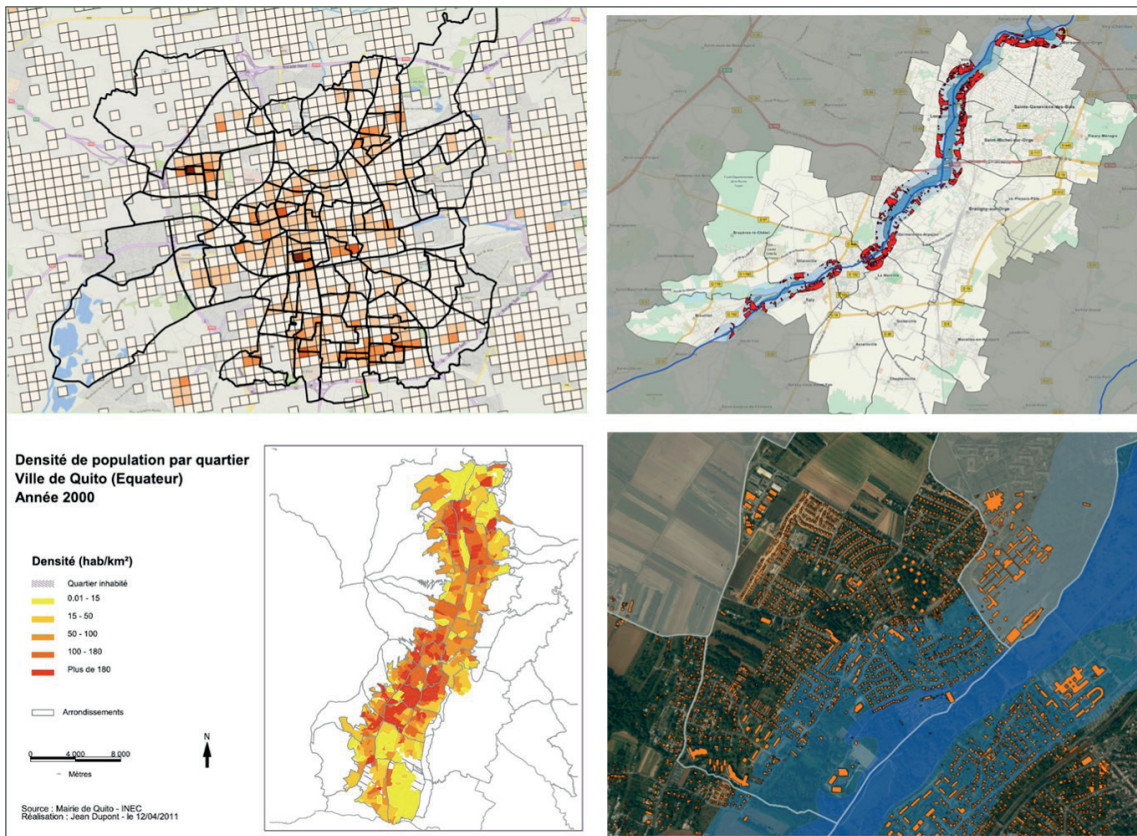


Figure 4 : Exemples de travaux réalisés dans les cours de SIG de licence 3

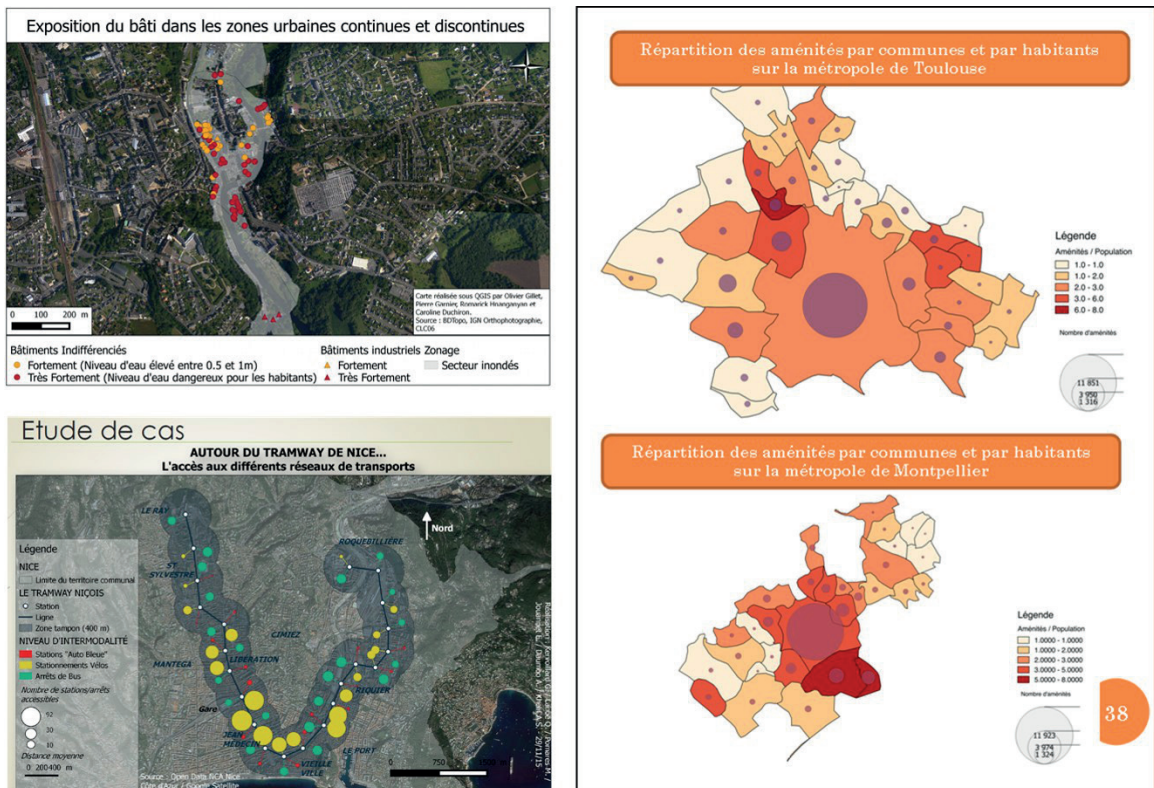


Figure 5 : Exemples de travaux réalisés par des masters 1

de futurs producteurs et fournisseurs de cartes et de données, ils doivent être conscients des limites des choix qu'ils auront à effectuer. La formation propose ainsi un ensemble de cours autour des dimensions sociales et organisationnelles des SIG, les nouvelles données, la diffusion des données spatiales sur Internet, les cadres législatifs, etc. Une veille technologique est également assurée tout au long de l'année sous différentes formes (outils collaboratifs, mini-projets de recherche, animation de réseaux sociaux, etc.).

En complément aux cours conceptuels et techniques autour des SIG, l'apprentissage par projet à travers plusieurs ateliers professionnels vise à fournir une méthodologie opérationnelle aux étudiants pour la conduite de projets SIG. Les ateliers qui se déroulent tout au long de l'année ont pour objectif de mettre les étudiants en situation de répondre à une demande émanant d'une collectivité, d'un service de l'État, d'une entreprise, d'une association, d'un bureau d'études, d'un organisme de recherche appliquée, etc. Ces demandes reflètent la variété des problématiques contemporaines soulevées par les différents acteurs du territoire, et illustrent les questionnements actuels autour de la gestion et l'exploitation de l'information géographique (fig. 8). Les ateliers sont l'occasion pour les étudiants de développer plusieurs compétences comme la gestion simultanée de projets, la définition d'un calendrier et d'un échéancier, l'organisation et l'animation de réunions ou encore la restitution publique.

Enfin, le stage de fin d'études de six mois est l'occasion pour l'étudiant de concrétiser son projet professionnel et de finaliser sa propre formation. Il donne lieu à la préparation, à la rédaction et à la soutenance d'un mémoire. Outre l'acquisition d'une expérience pratique et méthodologique, ce stage constitue une véritable opportunité en vue d'une insertion rapide dans le monde professionnel (possibilité de prolongement par un CDI/CDD, constitution d'un réseau de contacts, etc.). Comme la majorité des masters en géomatique, l'insertion professionnelle des diplômés SIGAT est particulièrement bonne, la plupart des étudiants du master trouvent en effet en quelques mois un emploi dans leur secteur et le taux de placement au terme de la première année de diplomation est de 100 % (SUIO-IP, 2016).

Les enjeux pour l'enseignement

La formation initiale en SIG pour les géographes et les urbanistes

Face à la demande grandissante du monde opérationnel en matière de connaissance et de maîtrise de l'instrumentation technique, les cours de SIG se sont généralisés au sein des cursus universitaires

en géographie et en aménagement. La montée en compétences ou du moins la connaissance des SIG est de plus en plus attendue par les employeurs au même titre que la maîtrise des logiciels de traitement de texte ou de tableur. Il ne faut pas toutefois perdre de vue que ces cours d'introduction aux SIG ne visent pas à former des spécialistes. Ils ont davantage comme objectifs de fournir aux étudiants, pour la suite de leur cursus, un socle de compétences techniques et méthodologiques pour la gestion, l'analyse et la représentation de données spatiales. Mais il existe de multiples manières d'enseigner la géomatique et la cartographie aux étudiants de licence. Le parti pris peut être de focaliser uniquement sur la dimension « cartographie thématique » comme c'est le cas dans de nombreux départements de géographie, ou bien alors d'explorer de manière plus poussée les approches, les méthodes et les fonctionnalités de gestion de données et d'analyse spatiale des logiciels de SIG et ce bien souvent au détriment des règles élémentaires de représentation cartographique.

Se pose donc la question des ambitions pédagogiques visées dans ces enseignements. Cherchons-nous à former des étudiants capables de réaliser des cartes rigoureuses d'un point de vue sémiologique ou bien à donner à voir l'intérêt des SIG pour les différentes professions du territoire ? Il est difficile d'apporter une réponse à cette question, tant les approches sont variables en fonction des enseignants impliqués (spécialistes des SIG, cartographes, thématiciens) ou encore du statut des outils méthodologiques au sein des formations. Il paraît néanmoins important de ne pas mettre en opposition la cartographie et la géomatique tant les apports réciproques sur les plans conceptuels, méthodologiques ou techniques sont à envisager de manière complémentaire dans la formation initiale des étudiants en géographie et aménagement.

Dans la pratique, on constate que les étudiants de licence ont beaucoup de mal à comprendre l'intérêt des SIG et confondent bien souvent SIG et cartographie. Projections et discrétisation graphique restent également deux boîtes noires pour les étudiants, probablement par manque de travail et/ou d'intérêt de leur part. L'apprentissage des principes sous-jacents n'est pas toujours acquis par les étudiants. L'équilibre entre théorie et pratique au sein des enseignements proposés n'est pas évident à trouver. Le principal risque des solutions logicielles se situe au niveau de la compréhension des méthodes mobilisées. Le côté « clic bouton » des logiciels comme QGIS ou ArcGIS, avec leurs boîtes à outils fournies où il suffit de cliquer sur un bouton pour lancer un traitement complexe, amène les étudiants à ne plus vraiment réfléchir aux principes derrière une fonctionnalité.

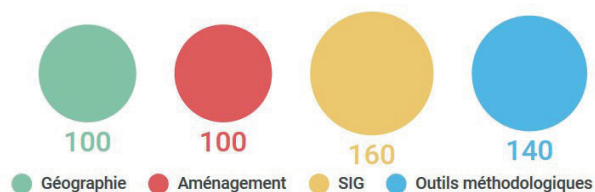


Figure 6 : Nombre d'heures d'enseignement en première année du master SIGAT (500 h)

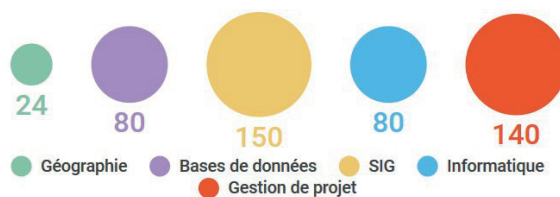


Figure 7 : Nombre d'heures d'enseignement en deuxième année du master SIGAT (450 h)

MASTER SIGAT
Les partenaires 2016

RESTITUTION PUBLIQUE
21 Avril 2016

Club des Entreprises du Pays de Rance Des outils pour sensibiliser le grand public et les étus	Communauté de Communes de la Bretagne Romantique Les opportunités de l'open data dans les petites collectivités	Mc Donald's Étude géomarketing d'une franchise
Établissement Français du Sang Étude du potentiel de recrutement de donneurs dans les pôles urbains	Direction des Ressources Immobilières de Rennes 2 Élaboration d'un plan d'accessibilité du campus Villejean	Rennes Métropole Usages des données ouvertes pour Rennes Métropole
Crédit Agricole Étude géomarketing du réseau d'agence		

Figure 8 : Affiche présentant les ateliers professionnels des étudiants du M2 SIGAT en 2016

L'exemple de la discrétisation, étape fondamentale dans la construction d'une carte thématique, est assez caractéristique des mutations qui s'opèrent. Pour la majorité des étudiants, même après des heures consacrées à cette question, le découpage en classes est une opération automatique prise en charge par le logiciel. De fait l'étudiant est en capacité d'effectuer la manipulation mais sans forcément en comprendre le principe. À des niveaux plus complexes, la logique est similaire, par exemple dans la création de cartes de chaleur, les processus de reclassification ou encore de découpages géométriques.

Les questions de sémiologie graphique sont également soulevées avec les environnements SIG, lesquels gèrent plus ou moins bien la représentation de données en proposant une série de modes de représentation originaux mais pas toujours adaptés (Bord, 1997 ; Bord, 2000 ; Bianchin, 2012). Les étudiants sont à la fois guidés mais aussi contraints d'utiliser les systèmes de signes fournis par les solutions logicielles pour comparer, différencier, ordonner et de manière globale visualiser des informations spatiales. En théorie, les possibilités de représentation des données sont illimitées. Toutefois, dans la pratique, les fonctionnalités de symbologie posent bien souvent des problèmes.

La question des solutions techniques abordées est également importante tant les logiciels véhiculent des choix idéologiques et techniques (Chrisman, 2005). Le choix n'est jamais simple, il faut à la fois coupler fonctionnalités, intuitivité, coûts des licences et demande du monde opérationnel. Les logiciels libres à l'image de QGIS ou de gvSIG sont particulièrement bien adaptés aux enseignements de base en SIG (intuitivité, interface, gratuité, mise à jour). À Rennes, le choix de la solution QGIS comme unique solution abordée s'est concrétisé à la rentrée 2016. Les logiciels Mapinfo et gvSIG, qui jusqu'à peu étaient enseignés, ont été écartés des programmes de manière collégiale.

Il ne faut cependant pas se focaliser uniquement sur certaines solutions logicielles afin d'éviter un confinement fonctionnel associé aux fonctionnalités des outils eux-mêmes. À l'image de la diversité des usages des cartes et des données spatiales par les individus et les organisations, les solutions abordées en cours doivent au mieux refléter cette hétérogénéité mais surtout insister sur le caractère complémentaire des logiciels de SIG, de CAO et de DAO dans la mesure où la chaîne de production des représentations spatiales les mobilise à des étapes différentes.

Dernier point de vigilance, l'équipe pédagogique, laquelle conçoit, coordonne et assure les cours. Il est

évident qu'à la vue des volumes horaires à assurer, un ou deux enseignants-chercheurs ne peuvent s'occuper seuls des enseignements fondamentaux en cartographie et SIG en licence et en masters. De fait dans la pratique, les personnes impliquées dans ces cours sont nombreuses, leurs compétences en SIG hétérogènes et leurs statuts diversifiés (moniteurs, ATER, enseignants-chercheurs, PRAG, contractuels). À l'heure actuelle, les enseignements des différentes années sont déconnectés les uns des autres et ne suivent pas vraiment de progression ni ne proposent de cohérence technique. De plus, certains contenus commencent à dater et ne sont plus en adéquation avec les outils et les données actuelles. En réponse à cette situation, il a été décidé de repenser les enseignements en géomatique dans les prochaines maquettes des licences du département afin de proposer une réelle progression entre les années. Niveau master, toutes les prochaines offres de formation du département proposeront des ateliers méthodologiques (au premier et au deuxième semestre) où les étudiants seront invités à répondre à des commandes d'ateliers par le croisement d'approches et d'outils abordés en cours (statistiques, SIG, télédétection, bases de données, outils qualitatifs).

La professionnalisation des spécialistes des SIG

Les compétences géomatiques développées dans les champs en lien avec le territoire (aménagement, environnement, transport) représentent des savoirs et des savoir-faire de plus en plus demandés, que ce soit dans le secteur public ou privé (Vanara *et al.*, 2014). Dans un domaine aussi transversal que la géomatique, les différentes formations cherchent à couvrir des champs disciplinaires variés afin de répondre aux différents besoins en compétences (Ballereau *et al.*, 2013). Afin de répondre au mieux au marché de l'emploi, les formations en géomatique doivent sans cesse monter en gammes en termes de méthodes comme d'outils. De fait, les contenus pédagogiques doivent évoluer au gré des évolutions technologiques, réglementaires et sociétales.

L'un des principaux enjeux dans l'enseignement de la géomatique se situe au niveau de la montée en compétences des étudiants autour de problématiques techniques à l'image des systèmes de gestion de bases de données ou de la programmation informatique. Comprendre le fonctionnement des systèmes informatiques est un préalable, mieux encore, savoir les programmer pour les personnaliser permet aux étudiants de développer leurs propres scripts pour automatiser une chaîne de traitement ou mettre en place des modules métiers complémentaires. Le géomaticien n'est pas un

cartographe, c'est avant tout un spécialiste de la chaîne de traitement de l'information spatiale, capable de gérer et d'administrer des bases de données géographiques, de mettre en place des analyses multicritères automatisées ou encore de produire un atlas cartographique.

Avec le développement de la géomatique sur Internet (cartographie en ligne, services Web géographiques, API, infrastructures de données géographiques, etc.) le géomaticien doit également être capable de connaître et maîtriser les environnements distribués. La connaissance des langages informatiques comme l'HTML, le CSS ou le Javascript sont aujourd'hui des incontournables dans les programmes de master spécialisés en SIG. La cartographie en ligne constitue une forte demande du marché de l'emploi pour la mise en place de solutions internes ou la valorisation et la diffusion de données géographiques (géoportails, datavisualisation). Et de manière générale les professionnels de la géomatique que nous formons doivent être capables de dialoguer à la fois avec des informaticiens, des statisticiens, des administrateurs réseaux ou des gestionnaires de bases de données. Car plus que jamais, avec les problématiques de données massives, d'ouverture comme de standardisation des données spatiales, les géomaticiens sont souvent identifiés comme des spécialistes des données numériques et prennent bien souvent le rôle d'interface, de relais entre thématiciens et techniciens.

Les données ouvertes et les logiciels libres

Avec le développement des logiciels libres et plus généralement de l'open source c'est tout l'écosystème de la géomatique qui est questionné (Steiniger et Bocher, 2009). En l'espace de dix ans les logiciels comme les données mobilisées en cours ont profondément évolué (Azzaria et al., 2013 ; Sui, 2014) et par ricochet les modalités d'enseignement associées (Belgui et al., 2016). Le fait de pouvoir installer gratuitement des logiciels SIG sur un nombre illimité de postes et que les étudiants puissent les utiliser sur leurs ordinateurs personnels vient changer la donne dans les modalités d'enseignement. Cet affranchissement des contraintes classiques (disponibilités des postes informatiques, horaires d'ouverture des salles, problèmes d'accessibilité,...) permet dans la pratique une plus grande marge de manœuvre pédagogique (séances en autonomie, travail à la maison, projets collectifs).

Cependant le fonctionnement même des logiciels SIG libres à l'image de QGIS, basés sur une communauté de bénévoles, nous questionne sur la pérennité de ces solutions logicielles d'un type particulier. Pour exemple pendant plusieurs années, la majorité des enseignements

SIG dispensés en licence mobilisait le logiciel libre gvSIG mais, face au ralentissement du projet, la solution a été abandonnée au profit de QGIS. Il est donc important pour les enseignants d'être vigilants quant aux développements des projets libres mais aussi de s'impliquer dans les communautés pour faire évoluer les projets (signalement de bugs, développement d'extensions, adhésion aux associations nationales, participations aux événements de la communauté, etc.).

La question des données géographiques ouvertes est aussi fondamentale en matière d'enseignement des SIG (Demirci et Schee, 2015 ; Etherington, 2016). L'ouverture des bases de données géographiques des professionnels sous forme de portails institutionnels ou d'infrastructures de données géographiques vient décloisonner l'information territoriale. D'un point de vue pédagogique, l'accessibilité accrue à une multitude de données référentielles et thématiques permet la mise en place de nouveaux cours mobilisant des jeux de données originaux. L'accessibilité à une multitude de jeux de données géographiques sur des thématiques variées permet aux étudiants de mieux s'approprier les méthodes et les outils SIG en travaillant sur des questions proches de leur formation et de leurs projets professionnels. Ces nouveaux gisements de données conduisent également à proposer des enseignements dédiés à ces questions (sources, structuration, interopérabilité, métadonnées, visualisation).

En termes de données spatiales ouvertes, OpenStreetMap est un vecteur particulièrement important dans la démocratisation des SIG. La formation à OSM dans les cursus commence à se généraliser tant le projet prend de l'ampleur dans les pratiques des professionnels. Il est ainsi question de former les étudiants à la fois à récupérer et comprendre les données issues d'OSM afin qu'ils puissent prendre du recul quant à la qualité et l'utilisabilité de ses données dans des contextes opérationnels (exhaustivité, couverture, précision, mise à jour, structuration, etc.). Au-delà de l'usage de ces données il est également important d'initier les étudiants à participer au projet en contribuant à alimenter et mettre à jour la base de données. Plusieurs *cartoparties* sont ainsi organisées chaque année sur le campus de l'université afin de venir enrichir le projet sur différentes thématiques (cartographie de crise, cartographie intérieure du campus).

L'enseignement à distance

Dernier point que nous souhaitons aborder, celui de l'enseignement à distance, lequel représente un véritable

enjeu pour l'enseignement des SIG. L'offre de formation à distance autour des SIG est assez étoffée et diversifiée (formations payantes, formations diplômantes, MOOC, SPOC) et les universités commencent à se positionner sur le sujet. Si sur le papier ce type de projet semble intéressant et particulièrement adapté à l'enseignement des SIG, la mise en place d'une formation en ligne nécessite une importante implication de la part des enseignants tant pour la conception et la production des contenus que pour l'animation des cours. De plus, le problème récurrent à ce type de projet est celui de la pérennité des contenus¹. Les supports de cours ont des durées de vie assez limitées, tant les solutions abordées et les outils mobilisés évoluent rapidement.

Au-delà de dispositifs formalisés et plus ou moins encadrés, Internet offre aussi de nouvelles modalités d'(auto)apprentissage pour les étudiants comme les professionnels. D'un côté la disponibilité de nombreux tutoriels de logiciels SIG produits par diverses organisations (éditeurs de logiciels, universités, services de l'Etat) permet une montée en compétences personnelles en complément aux enseignements. De l'autre, les forums spécialisés à l'image de GeoRezo (<http://georezo.net>) ou ForumSIG (<http://www.forumsig.org>) illustrent bien les nouvelles dynamiques qui prennent forme entre utilisateurs de logiciels pour à la fois trouver des solutions techniques et poser une question à la communauté.

Perspectives

À l'heure du numérique, la formation à la carte et aux SIG à l'université se fait plus présente et surtout davantage technique. Au-delà de volumes horaires grandissants, le vrai changement qui s'opère réside au niveau des contenus et des objectifs pédagogiques de ces enseignements où l'idée n'est plus seulement de former à la représentation de données spatiales mais avant tout à la gestion et l'analyse de ces dernières. En complément aux logiciels de CAO et de SIG, la nouvelle

génération de solutions de cartographie en ligne doit davantage être explorée à des fins pédagogiques à l'image de CARTO ou d'ArcGIS Online qui constituent des applications intuitives et conviviales particulièrement adaptées pour l'introduction à la gestion, à l'analyse et la visualisation de données spatiales sur le Web. Et de manière générale la cartographie en ligne pourrait entrer plus tôt dans la formation aux SIG, notamment à des fins d'initiation aux nouveaux modes de représentation des données spatiales. Certes la nouvelle génération d'outils en ligne n'est pas axée sur la représentation de données statistiques et la sémiologie graphique est parfois hasardeuse, toutefois les usages des cartes et des données spatiales ont évolué en se transposant dans des environnements Web et mobiles, et avec, leurs modalités de représentation (Mericskay, 2016).

Au-delà de la familiarisation avec des outils, en se fondant sur une approche par compétences, il s'agit aussi aujourd'hui de transmettre aux étudiants les éléments d'une culture du (géo)numérique tant ces outils sont présents dans leur quotidien et dans leur futures pratiques professionnelles (Baron *et al.*, 2015). À l'intersection de l'informatique et des sciences humaines et sociales, l'approche des humanités numériques constitue un terreau fertile au développement de la géomatique. De nombreux arrimages entre enseignements à l'intersection de la géomatique et de l'aménagement du territoire sont à envisager notamment autour du BIM, de la modélisation des villes ou encore des données territoriales (open data, visualisation de données). De vastes perspectives s'ouvrent donc en termes d'enseignement des SIG et ce tant à destination des spécialistes que des non spécialistes, tant la géomatique et plus globalement la donnée spatiale occupe une place grandissante dans la société. Encore faut-il que les enseignants, qui ont largement pris conscience de cette nouvelle donne cartographique, adaptent leur cours aux nouveaux usages sociétaux des cartes et des données spatiales afin de proposer des enseignements toujours plus en lien avec les réalités opérationnelles.

¹ En 2010, le département de géographie a produit en collaboration avec les étudiants une vingtaine de vidéos tutorielles du logiciel gvSIG, qui aujourd'hui n'est plus enseigné.

Bibliographie

- Azzaria M., Zamperlina P., Landia F.**, 2013, « GIS in geography teaching », *Journal of research and didactics in geography*, 2-2013, p. 27-42
- Ballereau S., et al.**, 2013, *Devenir, former, recruter un géomaticien: Petit guide pratique de la géomatique à destination des employeurs, des candidats et des formateurs*, Saint-Mandé, AFIGEO, 42 p.
- Besse P., Laurent B.**, 2016 « De statisticien à Data Scientist - Développements pédagogiques à l'INSA de Toulouse », *Statistique et Enseignement*, vol. 7, n° 1, p. 75-93.
- Baron G., Bruillard E., Drot-Delange B.**, 2015, *Informatique en éducation: perspectives curriculaires et didactiques*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise-Pascal, 314 p.
- Belgiu M., Strobl J., Wallentin G.**, 2015, « Open Geospatial Education », *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 4, n° 2, p. 697-710.
- Bianchin A.**, 2012, « Actualité de l'approche de Jacques Bertin dans l'enseignement de la cartographie », *Cartes & géomatique*, n° 212, p.13-20.
- Bord J.-P.**, 1997, « Le géographe et la carte. Point de vue et questionnement de la part d'un géographe cartographe », *Cybergeog : European Journal of Geography*, <http://cybergeog.revues.org/6470>
- Bord J.-P.**, 2000, « Géographie et sémiologie graphique : deux regards différents sur l'espace », *Cybergeog : European Journal of Geography*, <https://cybergeog.revues.org/501>
- Chrisman N.**, 2005, « Full circle: more than just social implications of GIS », *Cartographica*, vol. 40, n° 4, p. 23-35.
- Desbois H.**, 2015, « La carte et le territoire à l'ère numérique », *Socio*, vol. 4, p. 39-60.
- Etherington T.R.**, 2016, « Using open - ended geographic information system assessments to allow students to construct relevant geographies given the internationalisation of tertiary education » *New Zealand Geographer*. Vol. 72, n° 2, p. 151-158.
- Joliveau T.**, 2004, « Questions de géomatique en géographie : Essai d'analyse de la situation française », Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Rouen.
- Mericskay B.**, 2016, « La cartographie à l'heure du géoweb : retour sur les nouveaux modes de représentation spatiale des données numériques », *Cartes et géomatique*, n° 229-230, p. 37-50.
- Steiniger S., Bocher E.**, 2009, « An overview on current free and open source desktop GIS developments », *International Journal of Geographical Information Science*, 23 (10), p. 1345-1370.
- Sui D.**, 2014, « Opportunities and impediments for open GIS », *Transactions in GIS*, 18(1), p. 1-24.
- SUIO-IP**, 2016, « Etude sur l'insertion professionnelle des étudiants du master SIGAT », Service universitaire d'information et d'orientation - Insertion professionnelle (SUIO-IP), Université Rennes 2
- Vanara N., et al.** « Environnement et géomatique : des métiers en mutation », *EchoGéo*, n° 27, <https://echogeo.revues.org/13790>